

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
566		Червоненко НС	Дер
Шифр			020716

№1

Дано:

S, v

t

Реш-ие:

Пусть T_A - время, которое берет Астася; T_B - Борис
 t_1, t_2, t_3 - времена, которые потребовались Астасе
на каждом отрезке своего пути

$$t = \frac{T_B}{3}$$

$$\frac{S}{3} = \frac{v}{2} t_1 = v t_2 = \frac{v}{2} t_3 \Rightarrow t_1 = \frac{2S}{3v}; t_2 = \frac{S}{3v}; t_3 = \frac{2S}{3v}$$

$$S = \frac{a t^2}{2} + v t + (v t - \frac{a t^2}{2}) = 2v t \Rightarrow t = \frac{S}{2v}$$

$$T_A = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{2S}{3v} + \frac{S}{3v} + \frac{2S}{3v} = \frac{5S}{3v} = \frac{10S}{6v}$$

$$T_B = 3t = \frac{3S}{2v} = \frac{9S}{6v}$$

$T_A > T_B \Rightarrow$ первым придет Борис

$$\Delta t = T_A - T_B = \frac{10S}{6v} - \frac{9S}{6v} = \frac{1S}{6v}$$

Ответ: Борис $\Delta t = \frac{S}{6v}$

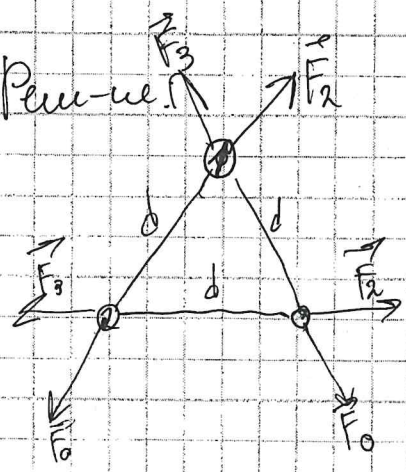
№4

Дано:

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$

$F_1 = ?$

Реш-ие:



$$F_1 = |\vec{F}_2 + \vec{F}_3| = \sqrt{|\vec{F}_2|^2 + |\vec{F}_3|^2 + 2|\vec{F}_2||\vec{F}_3|\cos(\varphi_1 - \varphi_2)}$$

$$F_2 = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2) \cdot g}{d}$$

$$F_3 = \frac{(\varphi_1 - \varphi_3) \cdot g}{d}$$

$$F_1 = \frac{g^2}{d^2} (3\varphi_1^2 + \varphi_2^2 + \varphi_3^2 - 3\varphi_2\varphi_1 - 3\varphi_1\varphi_3 + \varphi_2\varphi_3)$$

НВ

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

020716

№ 8
Дано:
 $V = 5000 \text{ м}^3$
 H_2
 $p_1 = 110 \text{ кПа}$
 $T = 316 \text{ К}$
 $\eta_1 = 0,1$
 $p = 10^5 \text{ Па}$
 $\eta_2 = 0,9$
 $p_{\text{пар}} = 9000 \text{ Па}$

Реш-ие:

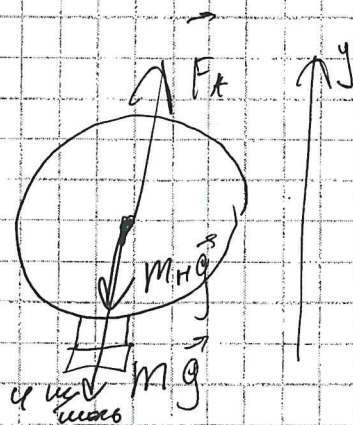
Определим ^{плотность} ~~плотность~~ пара:

$$\eta_{\text{пар}} V = \frac{m}{M_{\text{пар}}} RT$$

$$\frac{m}{V} = \frac{\eta_{\text{пар}} V \cdot M_{\text{пар}}}{RT}$$

$$\rho_{\text{пар}} = \frac{\eta_{\text{пар}} M_{\text{пар}}}{RT}$$

$$M_{\text{пар}} = 0,014 \text{ кг/моль}$$



II закон Ньютона при вязкости = 0,1.

$$\text{①} \quad 0 = p_1 g V_1 + p_{\text{ат}} g V_1 - m_{\text{H}} g - m g$$

II закон Ньютона при вязкости = 0,9.

$$\text{②} \quad 0 = p_2 g V_2 + p_{\text{ат}} g V_2 - m_{\text{H}} g - m g$$

$$\text{①} - \text{②}: 0 = g(p_1 V_1 - p_2 V_2) + p_{\text{ат}} g(V_1 - V_2) - \Delta m g$$

$$\Delta m = (p_1 V_1 - p_2 V_2) - p_{\text{ат}} g(V_1 - V_2)$$

$$\text{т.к. } T = \text{const}: \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow V_2 = V_1 \cdot \frac{p_1}{p_2}$$

$$p_2 = p_{\text{ат}} + p_1 \eta_2 \cdot p_{\text{пар}} = 10^5 + 0,9 \cdot 9000 = 108100 \text{ Па}$$

Определим плотность воздуха в атм.

$$p_{\text{ат}} \cdot V = \frac{m_{\text{ат}}}{M_{\text{в}}} RT$$

$$\rho_{\text{ат}} = \frac{p_{\text{ат}} \cdot M_{\text{в}}}{RT} = \frac{10^5 M_{\text{в}}}{8,31 \cdot 316} = 38,08 \cdot M_{\text{в}} \text{ кг/м}^3$$

$$p_1 = \frac{0,1 \cdot 9000 \cdot 5000 \cdot 0,014}{8,31 \cdot 316} = 27 \text{ кг/м}^3 \text{ мб-мольная масса воздуха}$$

$$V_2 = 5000 \cdot \frac{110 \cdot 10^3}{108100} =$$

105

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

№3

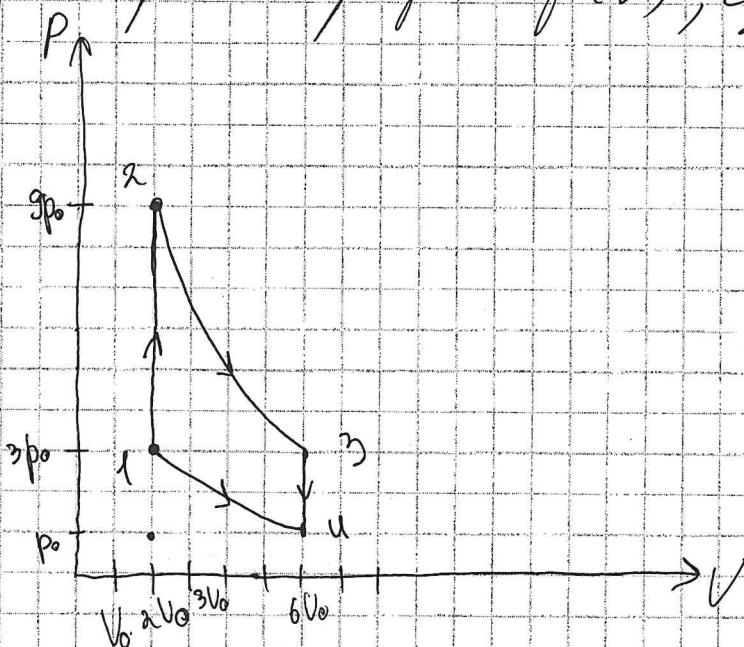
Дано:

График $p(T)$

Найти: η

Решение:

Построим график $p(V)$, где $p_0 V_0 = \nu R T_0$



Процесс 1-2: $Q_1 = \Delta U_{12} = \nu R \Delta T_1 = \nu R 4T_0$ (за T_0 б.м. примем ед. ар. на графике $p(T)$)

$$2-3: Q_2 = A_{23}$$

$$3-4: Q_3 = \Delta U_{34} = \nu R \Delta T_3 = \nu R 4T_0$$

$$4-1: Q_4 = A_{41}$$

$$\eta = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{х}}}{Q_{\text{от}}}, \text{ где } Q_{\text{н}} = Q_1 + Q_2, Q_{\text{х}} = Q_3 + Q_4$$

$$\eta = \frac{Q_1 + Q_2 - Q_3 - Q_4}{Q_1 + Q_2} = \frac{A_{23} - A_{41}}{A_{23} + \nu R 4T_0}$$

$$\text{Пусть процесс } 2-3 = f(x) = \frac{18 p_0 V_0}{V}$$

$$\text{Пусть процесс } 4-1 = g(x) = \frac{6 p_0 V_0}{V}$$

$$\text{Тогда } A_{23} = \int_{2V_0}^{6V_0} f(x) dV = 18 p_0 V_0 \int_{2V_0}^{6V_0} \frac{1}{V} dV = 18 p_0 V_0 (\ln 3)$$

$$A_{41} = \int_{2V_0}^{6V_0} g(x) dV = 6 p_0 V_0 \int_{2V_0}^{6V_0} \frac{1}{V} dV = 6 p_0 V_0 (\ln 3)$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

$$\eta = \frac{18 p_0 v_0 (\ln 3) - 6 p_0 v_0 (\ln 3)}{18 p_0 v_0 + 4 V R p_0 v_0} = \frac{12 \ln 3}{18 + 4 V R} = \frac{6 \ln 3}{9 + 2 R} = \frac{6 \ln 3}{9 + 2 \cdot 8,31} \approx$$

$$\approx 0,26 \approx 26\%$$

$$\eta_{\text{max}}: 26\%$$

86

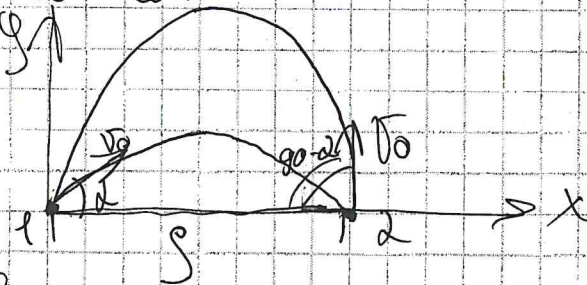
№2

Дано:

S, V_0

Решение:

$V_{\text{min}}?$



Ситуация, описанная в задаче возможна только при условии, если угол броска равен α и $90-\alpha$

$$y_1(t) = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$y_2(t) = V_0 \cos \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

График - парабола, расстояние между ними будет

$$x_1(t) = V_0 \cos \alpha t$$

$$x_2(t) = S - V_0 \sin \alpha t$$

ρ - расстояние

$$\begin{aligned} \rho^2 &= (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 = (V_0 t (\cos \alpha + \sin \alpha) - S)^2 + (V_0 t (\sin \alpha - \cos \alpha))^2 = \\ &= (V_0 \cos \alpha t + V_0 \sin \alpha t - S)^2 + (V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} - V_0 \cos \alpha t + \frac{g t^2}{2})^2 = \\ &= (V_0 t (\cos \alpha + \sin \alpha) - S)^2 + (V_0 t (\sin \alpha - \cos \alpha))^2 = \\ &= V_0^2 t^2 (\cos^2 \alpha + 2 \sin \alpha \cos \alpha + \sin^2 \alpha) - 2 V_0 t (\cos \alpha + \sin \alpha) S + S^2 + V_0^2 t^2 (\sin^2 \alpha - 2 \sin \alpha \cos \alpha + \cos^2 \alpha) = \\ &= 2 V_0^2 t^2 \sin \alpha \cos \alpha - 2 V_0 t S (\cos \alpha + \sin \alpha) + S^2 \end{aligned}$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

$$(\rho^2)' = 8V_0^2 t - 2V_0 S(\cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$(\rho^2)' = 0$$

$$t_0 = \frac{S(\cos \alpha + \sin \alpha)}{4V_0}$$

при $t < \rho^2$

при $t >$

при $t < t_0$

при $t > t_0$ $\Rightarrow t_0$ — точка минимума $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \rho_{\min}^2 = \rho^2(t_0)$$

$$\rho_{\min}^2(t_0) = 2V_0^2 \left(\frac{S^2(\cos \alpha + \sin \alpha)^2}{16V_0^2} \right) - 2V_0 \cdot \frac{S^2(\cos \alpha + \sin \alpha)^2}{4V_0} + S^2 =$$

$$= \frac{S^2(\cos \alpha + \sin \alpha)^2}{8} - \frac{S^2(\cos \alpha + \sin \alpha)^2}{2} + S^2 =$$

$$= S^2 - \frac{3}{8} S^2 (\cos \alpha + \sin \alpha)^2$$

$$\rho_{\min} = S \sqrt{1 - \frac{3}{8} (\cos \alpha + \sin \alpha)^2}$$

?